



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11150101 A**(43) Date of publication of application: **02 . 06 . 99**

(51) Int Cl

H01L 21/3065
G03F 7/42
H01L 21/027

(21) Application number: **09316931**(22) Date of filing: **18 . 11 . 97**(71) Applicant: **NEC CORP**

(72) Inventor: **USAMI TATSUYA**
OTOO KOICHI
UEDA YASUHIKO

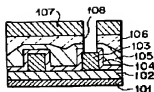
(54) **MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration of quality and shape of an interlayer insulating film by using plasma containing a gas expressed of a specific formula as a stripping gas in a photoresist stripping step, when a through-hole or groove is formed through or into the interlayer insulating film.

SOLUTION: At stripping of a photoresist 107, instead of using oxygen plasma, plasma generated by the sue of at least a gas expressed by formula N_xH_y (where, $x=1$ or 2 and $Y=2$ to 4). When this gas plasma is used, the photoresist 107 can be removed with HCN, without generating Si-OH bonds. In addition, the photoresist 107 is worked by planarizing surface of a plasma second TEOS oxide film 106 through chemical-mechanical polishing after the film 106 has been grown. After working the photoresist 107, a through-hole 108 is etched by the use of the photoresist 107 as a mask. Thereafter, the photoresist 107 is removed by using, or example, NH_3 gas as a stripping gas.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-150101

(43)Date of publication of application : 02.06.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

G03F 7/42

H01L 21/027

(21)Application number : 09-316931

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.11.1997

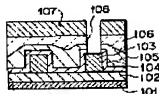
(72)Inventor : USAMI TATSUYA
OTOO KOICHI
UEDA YASUHIKO

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration of quality and shape of an interlayer insulating film by using plasma containing a gas expressed of a specific formula as a stripping gas in a photoresist stripping step, when a through-hole or groove is formed through or into the interlayer insulating film.

SOLUTION: At stripping of a photoresist 107, instead of using oxygen plasma, plasma generated by the sue of at least a gas expressed by formula N_xH_y (where, $x=1$ or 2 and $Y=2$ to 4). When this gas plasma is used, the photoresist 107 can be removed with HCN, without generating Si-OH bonds. In addition, the photoresist 107 is worked by planarizing surface of a plasma second TEOS oxide film 106 through chemical-mechanical polishing after the film 106 has been grown. After working the photoresist 107, a through-hole 108 is etched by the use of the photoresist 107 as a mask. Thereafter, the photoresist 107 is removed by using, or example, NH_3 gas as a stripping gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.11.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-150101

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月2日

(51) Int.Cl.⁵ 識別記号

H 0 1 L 21/3065

G 0 3 F 7/42

H 0 1 L 21/027

F I

H 0 1 L 21/302

G 0 3 F 7/42

H 0 1 L 21/30

H

5 7 2 A

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-318931

(22) 出願日 平成9年(1997)11月18日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 宇佐美 達矢

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 大音 光市

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 上田 靖彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

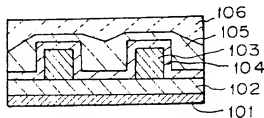
(74) 代理人 弁理士 山下 稔平

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 酸素プラズマにより変質する絶縁膜の一部に使った構造の加工後のフォトリソスト除去を絶縁膜の劣化なく行う。

【解決手段】 $NxHy$ ガス ($x=1, 2, y=2\sim 4$) を用いたプラズマによるフォトリソストの除去を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素プラズマによって変質する絶縁膜を層間膜の一部として含む半導体装置の製造方法において、前記層間膜にスループールまたは溝を形成する際のフットレシスト剥離工程でフットレシストの剥離速度を、少なくとも、 $N \times H \times y = 1$ 、 2 、 $y = 2 \sim 4$ 、 N を含むプラズマを用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記酸素プラズマによって変質する絶縁膜が、 H_2SO_4 （テトラヒドロフルボリンセスキオキサン）、有機 SiO_2 、有機膜、有機膜の内、少なくとも一つより選択されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記フットレシスト剥離工程でのレジスト剥離を、光を当てながら行うことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置の製造方法に関し、特に、酸素プラズマによって変質する絶縁膜を、金属配線層間膜の一部に用いる構成の半導体装置を製造する際に、スループールまたは溝の形成時のフットレシスト剥離工程に特徴がある半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 層間膜に有機 SiO_2 を用いている従来の半導体装置の製造プロセスでは、通常、プラズマTEOS酸化膜によりサントイシチまたは溝が保たれている。例えば古沢らのVLSIテクノロジー・ダイジェスト（1995 Symposium on VLSI Technology Digest of Technical Papers, p59-60）に記載の文献「Low Capacitance Multi-level Interconnection Using Low- κ Organic Spin-on Glass for Quarter-Micron High-Speed VLSI」には、サントイシチ構造を採っている場合、スループール加工時のレジスト除去工程において酸素プラズマを使うために、有機 SiO_2 の $Si-H$ 結合が、 O_2 によって容易に破壊され、 $Si-OH$ 結合を形成する。この $Si-OH$ 結合は吸着性となるため、フットレシスト抵抗異常となり、さらに、誘電率上昇の原因となり得ることが記述されている。

【0003】 このプロセスフローを以下に詳細に説明する。図1に示すように、半導体基板301上に第0のプラズマTEOS酸化膜302が形成され、次に、第1のアルミニウム系金属配線303が形成される。次に、第1のプラズマTEOS酸化膜304を約1000Åの厚さに形成し、更に有機 SiO_2 305を形成し、焼成し、約4000Åの厚さに成長させる工程を行う。

【0004】 次に、第2のプラズマTEOS酸化膜305を、約8000Åの厚さに成長させる。

その後、化学的機械研磨を約5000Åのストローム速度で平坦化を行う。次に、図13に示すように、フットレシスト307を加工し、図14に示すように、そのフットレシスト307をマスクにして、フットロウホールの加工を行い、フットレシスト308の加工を行う。

【0005】 その後、図15に示すように、酸素プラズマを用いることで、フットレシスト307を除去する。条件としては、流量流量 O_2 ：約1m、パワー：1000W、処理温度：250℃、レジストロー：25%であり、剥離速度：1000Å/分、ストローム：minを得る。この処理で有機 SiO_2 305の $Si-OH$ 結合が酸素プラズマで $Si-OH$ 結合となり、吸着してしまふ。

【0006】 また、図16に示すように、その後、第1の極細金属として、チタン膜309を約500Åのストローム、酸化チタン膜310を500Åのストロームほど成長させる。さらに、プラズマ酸化チタン膜311を500Åのストローム成長し、図17に示すように、エッチングする。次に、図18に示すように、第2のアルミニウム系金属配線311を形成する。この第1-2のアルミニウム配線の抵抗は、接続不良となってしまう。

【0007】 また、低誘電率膜としてフッ素樹脂を用いた例が、月刊紙「Semiconductor World」（1997年2月号）の82頁から84頁に記述されており、ここでは「フッ素樹脂による低誘電率化エッチング特性はクリア、課題は面酸素プラズマ性である。」としている。なお、図19〜図22には、フッ素樹脂を使用した場合のプロセスフローが示されている。

【0008】 次に、図19に示すように、半導体基板401上に第0のプラズマTEOS酸化膜402が形成され、次に、第1のアルミニウム系金属配線403が形成される。その上より、第1のプラズマTEOS酸化膜404を約5000Åの厚さに形成する。そして、フッ素樹脂405を約5000Åのストローム、塗布し、焼成する。更に、その上に、第2のプラズマTEOS酸化膜406を約8000Åのストローム、成長させる。次に、化学的機械研磨を約5000Åのストロームについて実施し、平坦化する。

【0009】 また、図20に示すように、フットレシスト開口のため、フットレシスト407を塗布し、露光、現像を行って、パターンニングを実施する。図21に示すように、そのフットレシスト407をマスクにして、フットロウホール等の加工を行い、プラズマ酸化膜404、406とフッ素樹脂膜405とのサンドイシチ膜の加工を行い、フットレシスト408の加工を実施する。

【0010】 そして、図22に示すように、前述の最終の成長膜と同様の条件で、酸素プラズマにてフットレシ

マト407を除去すると、まっすに加工されていたプラズマ酸化膜407とアセチン樹脂405とのサンドイッチ構造の内、アセチン樹脂405の部分にギャップ形状408が形成されてしまう。これは、酸蒸プラズマによりアセチン樹脂405の劣化と酸蒸プラズマの酸蒸が結びついて、 H_2O ：ガス形で放出されていると考えられる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ここでは第1の問題点は、有機 SiO_2 または HSiQ を層間絶縁膜に使用した場合、バリア抵抗が安定に保たれないことである。その理由は、有機 SiO_2 がスルーホール加工時のレジスト除去工程において酸蒸プラズマに晒されると、その有機 SiO_2 の $\text{Si}-\text{CH}_3$ 結合が $\text{Si}-\text{OH}$ 結合へと変質してしまう。吸湿するもので、スルーホール部のゲインドビツ下の原因になるからである。また、 HSiQ の場合も、 $\text{Si}-\text{H}$ 結合が、同様に、 $\text{Si}-\text{OH}$ 結合となり、同じ結果となるからである。

【0012】また、第2の問題点は、アセチン樹脂のような有機膜を、層間絶縁膜として使用した場合、スルーホール加工後のレジスト除去で、スルーホールの形状がボウインク形状となることである。その理由は、アセチン樹脂のような有機膜は、酸蒸プラズマによって変質してしまう。特に、レジスト除去のような、等方性の酸蒸プラズマでは、等方性のエッチングが進んでしまうからである。

【0013】本発明は、上記事情に基づいてなされたもので、その目的とするところは、半導体集積回路の高密度化のために、層間絶縁膜に低誘電率膜を使用した場合において、その低バリア抵抗の不良を無くし、信頼性を向上することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】このため、本発明では、酸蒸プラズマによって変質する絶縁膜を層間膜の一部として含む半導体装置の製造方法において、前記層間膜にスルーホールまたは溝を形成する際のフォトリソ加工工程で、フォトリソの剥離ガスとして、少なくとも、 N_xH_y （ $x=1, 2, y=2\sim 4$ ）ガスを含むプラズマを用いることを特徴とする。

【0015】従って、ここでは、フォトリソ除去を実施するために酸蒸プラズマを用いる。少なくとも、 N_xH_y ガス（ $x=1, 2, y=2\sim 4$ ）を用いてプラズマを生成しているため、酸蒸プラズマにより変質してしまうような絶縁膜（有機 SiO_2 、 HSiQ 、アセチン樹脂、有機膜）が、加工後に剥き出しとなる部分についての腐食劣化、熱劣化を防止できる。

【0016】例えば、有機 SiO_2 を用いた場合は、酸蒸プラズマを用いた時に $\text{Si}-\text{CH}_3$ 結合が $\text{Si}-\text{OH}$ 結合に変質して吸湿の原因となり得るが、 N_xH_y ガス（ $x=1, 2, y=2\sim 4$ ）を用いたプラズマの時は、 $\text{Si}-\text{OH}$ 結合を生成しない。その時、フォトリソア

は、 H_2CN ガスとして除去できる。

【0017】また、 HSiQ を用いた場合は、酸蒸プラズマの時に、 HSiQ と $\text{Si}-\text{H}$ 結合が、有機 SiO_2 の場合と同様に、 $\text{Si}-\text{OH}$ 結合をつくり、吸湿の原因となってしまうが、 N_xH_y ガス（ $x=1, 2, y=2\sim 4$ ）を用いた時は、 $\text{Si}-\text{H}$ 結合を生成しない。その時、フォトリソは H_2CN ガスとして除去できる。

【0018】更に、アセチン樹脂の場合には、酸蒸プラズマの時には、アセチン樹脂が二酸化炭素としてガスとなってしまうが、 N_xH_y ガス（ $x=1, 2, y=2\sim 4$ ）を用いた時には、酸蒸を用いた時よりも、フォトリソとの選択比が得られ、アセチン樹脂を除去し易い。その時、フォトリソは、 H_2CN ガスとして除去できることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】（実施の形態）図1～図7は、本発明の第1の実施の形態を示すプロセスフローである。ここでは、酸蒸プラズマにより変質してしまう絶縁膜の内、有機 SiO_2 を用いたものを記載した。図1に示すように、まず、半導体基板101上に第1のプラズマ TEOS 酸化膜102が形成され、次に第1のアルミニウム合金配線103が形成される。次に、第1のプラズマ TEOS 酸化膜104を約1000Åのストロームの厚さで形成する。更に、有機 SiO_2 105を塗布、焼成し、約4000Åのストロームの成膜を行う。

【0020】次に、第2のプラズマ TEOS 酸化膜106を約8000Åのストローム成長する。その後、化学的機械研磨を約5000Åのストローム実施し、平坦化する。図2に示すように、フォトリソ107を加工し、図3に示すように、そのフォトリソ107をマスクにして、フルプロセス系のガスを用い、スルーホール108のエッチングを行う。

【0021】その後、図4に示すように、 NH_3 ：ガスをを用いてフォトリソ107を除去する。条件としては、ガス流量 20slm、パワー 1000W、真空度 1.2Torr、リアクター 20%、処理温度 300℃である。その結果、剥離速度 約8000Å、ストロームminを得た。その処理後、有機 SiO_2 105の $\text{Si}-\text{CH}_3$ 結合が、フォトリソ107を除去しても、そのまま $\text{Si}-\text{CH}_3$ 結合として残っており、劣化が認められなかった。また、フォトリソ107を H_2CN ガスとして除去できていることが、装置に設置されている質量分析機より推測できた。

【0022】また、図5に示すように、その後、第1の機械研磨として、ステップ109を約5000Åのストローム、変化ステップ110を約5000Åのストローム成膜する。さらに、バランストランジスタ膜111を5000Åのストローム成長して、図6に示すように、エッチングする。次に、図7に示すように、第2のアルミニウム合金配線112を形成する。ここでは第1

ミタリ配線間の抵抗は接続不良とならず、従って、問題は無い。また、同じ層間膜を用いて溝加工を行っても、同様な効果が得られる。

【0023】（実施の形態 2）次に、低誘導率膜として、フッ素樹脂を用いた例を示す。先ず、図 8 に示すように、半導体基板 201 上に第 0 のプラズマ酸化膜 202 が形成される。次に、第 1 のアルミニウム系金属配線 203 が成形される。その上更に第 1 プラズマ T E O S 酸化膜 204 を約 3000 オングストロームほど形成する。そして、フッ素樹脂 205 を約 3000 オングストロームまで所し、焼成する。さらに、その上に第 2 のプラズマ T E O S 酸化膜 206 を約 3000 オングストローム程度所する。その後、化学的機械研磨を施し、平坦化した。図 9 に示すように、アルコーポールの開口のため、フォトリソスト 207 を塗布し、露光、現像を行って、パターン化を施す。

【0024】図 10 に示すように、そのフォトリソスト 207 をマスクにして、フルオロカーボンのガスを用いて、プラズマ酸化膜 204、206 とフッ素樹脂膜 205 とのサントイシチ膜のアルコーポールの加工を施す。そして、図 11 に示すように、N₂H₄ ガスを用いたプラズマ処理を、条件が、ガス流量 2.0 s l m, パワー 1000 W, 処理温度 250℃、レンジパワー 40% で行うと、剥離速度は、約 9000 オングストローム / m i n を得た。その処理でフォトリソスト 207 を除去すると、まっすぐに加工されていたガラスで酸化膜 204、206 とフッ素樹脂 205 とのサントイシチ膜の、フッ素樹脂 205 の部分がボーイング形状にならず、比較的まっすぐに残った。これは N₂H₄ ガスのプラズマがレンジの光に曝されると、剥離速度が早い。レンジの光が当たらないエッチング側面では、その剥離が進み難いためと考えられる。

【0025】なお、本発明においては、以上の 2 つの実施の形態から明らかなように、酸素プラズマに弱い絶縁膜として有機 S O C、フッ素樹脂の例を示したが、その他、H S Q、有機樹脂、アモルファスカーボン膜、ポリシロキサンカーボン膜、S i - O H 結合や S i - H 結合の終端をもったポリシロキサン膜を用いてもよい。また、フォトリソストの除去に、N H₃、N₂H₄ ガスのプラズマの代わりに、N₂H₂ ガスを用いてもよい。また、マスクとして酸素を含まないガス H₂、N₂、A r ガスなどを添加してもよい。

【0026】

【発明の効果】本発明は、以上記述したように、酸素プラズマによって変質する絶縁膜を層間膜の一部として含む半導体装置の製造方法において、前記層間膜にアルコーポルまたは溝を形成する際のフォトリソスト剥離工程で、フォトリソストの剥離マスクとして、少なくとも、N x H y ガス (x = 1, 2, y = 2 ~ 4) を含むプラズマを用いることを特徴とする。

【0027】従って、例えば、T E O S 酸化膜をほとんど層間膜に有機 S O C を用いた場合、接続不良を形成するためにフォトリソストを開孔、形成した後で除去する際に、その剥き出しになった有機 S O C の S i - O H 結合を、従来のような、吸着のようになると S i - O H 結合に変化させる酸素ガスによるプラズマを用いないで、N x H y ガス (x = 1, 2, y = 2 ~ 4) を用いたプラズマによって行うので、接続不良抵抗の不良が出ない。

【0028】また、例えば、溝配線の絶縁膜の一部または全部に H S Q を用いた場合に、加工後のフォトリソストの除去を、H S Q の S i - O H 結合を、従来のような、吸着のようになると S i - O H 結合に変化させる酸素ガスによるプラズマを用いないで、N x H y ガス (x = 1, 2, y = 2 ~ 4) を用いたプラズマによっておこなうので、配線間容量の低減ができる。

【0029】更に、例えば、層間絶縁膜に有機樹脂のフッ素樹脂を用いた場合に、溝加工を行った後、フォトリソストを除去する際に、従来のような、フッ素樹脂をボーイング形状にする酸素プラズマを用いないで、N x H y ガス (x = 1, 2, y = 2 ~ 4) を用いたプラズマによるため、溝配線またはビア開孔の形状がまっすぐに加工されることである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態での第 1 段階を示す模式的断面図である。

【図 2】同じく、第 2 段階を示す模式的断面図である。

【図 3】同じく、第 3 段階を示す模式的断面図である。

【図 4】同じく、第 4 段階を示す模式的断面図である。

【図 5】同じく、第 5 段階を示す模式的断面図である。

【図 6】同じく、第 6 段階を示す模式的断面図である。

【図 7】同じく、第 7 段階を示す模式的断面図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態での第 1 段階を示す模式的断面図である。

【図 9】同じく、第 2 段階を示す模式的断面図である。

【図 10】同じく、第 3 段階を示す模式的断面図である。

【図 11】同じく、第 4 段階を示す模式的断面図である。

【図 12】従来の第 1 の事例についての第 1 段階を示す模式的断面図である。

【図 13】同じく、第 2 段階を示す模式的断面図である。

【図 14】同じく、第 3 段階を示す模式的断面図である。

【図 15】同じく、第 4 段階を示す模式的断面図である。

【図 16】同じく、第 5 段階を示す模式的断面図である。

【図 17】同じく、第 6 段階を示す模式的断面図である。

る。
【図15】同し、第7段階を示す模式的断面図である。

【図19】従来の第2の事例について、第1段階を示す模式的断面図である。

【図20】同し、第2段階を示す模式的断面図である。

【図21】同し、第3段階を示す模式的断面図である。

【図22】同し、第4段階を示す模式的断面図である。

【符号の説明】

- 101 半導体基板
- 102 第0のプラズマTEOS酸化膜
- 103 第1のアルミニウム系金属配線
- 104 第1のプラズマTEOS酸化膜
- 105 有機SiOG
- 106 第2のプラズマTEOS酸化膜
- 107 フォトリソスト
- 108 スルーホール
- 109 チタン膜
- 110 窒化チタン膜
- 111 プラシマエタタングステン膜
- 112 第2のアルミニウム系金属配線膜
- 201 半導体基板
- 202 第0のプラズマTEOS酸化膜
- 203 第1のアルミニウム系金属配線

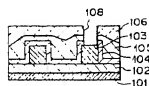
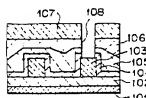
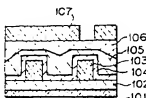
- 204 第1のプラズマTEOS酸化膜
- 205 フォトリソ剤
- 206 第2のプラズマTEOS酸化膜
- 207 フォトリソスト
- 208 スルーホール
- 301 半導体基板
- 302 第0のプラズマTEOS酸化膜
- 303 第1のアルミニウム系金属配線
- 304 第1のプラズマTEOS酸化膜
- 305 有機SiOG
- 306 第2のプラズマTEOS酸化膜
- 307 フォトリソスト
- 308 スルーホール
- 309 チタン膜
- 310 窒化チタン膜
- 311 プラシマエタタングステン膜
- 312 第2のアルミニウム系金属配線
- 401 半導体基板
- 402 第0のプラズマTEOS酸化膜
- 403 第1のアルミニウム系金属配線
- 404 第1のプラズマTEOS酸化膜
- 405 有機SiOG
- 406 第2のプラズマTEOS酸化膜
- 407 フォトリソスト
- 408 スルーホール
- 409 オーソノパング形状

【図1】

【図2】

【図3】

【図4】

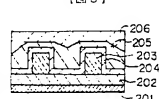
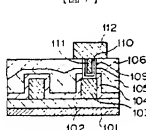
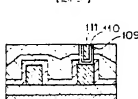
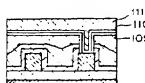


【図5】

【図6】

【図7】

【図8】

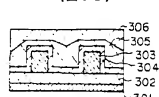
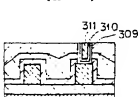
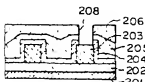


【図9】

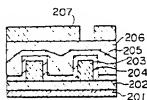
【図10】

【図11】

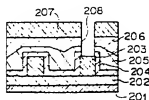
【図12】



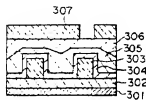
【図 9】



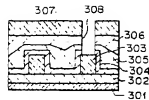
【図 10】



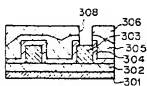
【図 13】



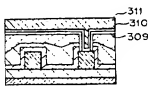
【図 14】



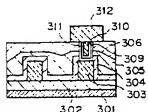
【図 15】



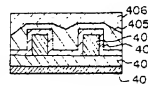
【図 16】



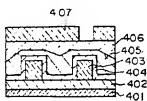
【図 18】



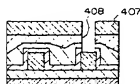
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【図 22】

